LETTORI DI SCHEDE MAGNETICHE

L'utilizzo delle schede magnetiche è diventato un sistema molto diffuso per controllare tramite elaboratore l'accesso a determinati dispositivi. Uno degli impieghi più conosciuti è costituito dalla scheda Bancomat, presente in diversi sportelli automatici bancari.

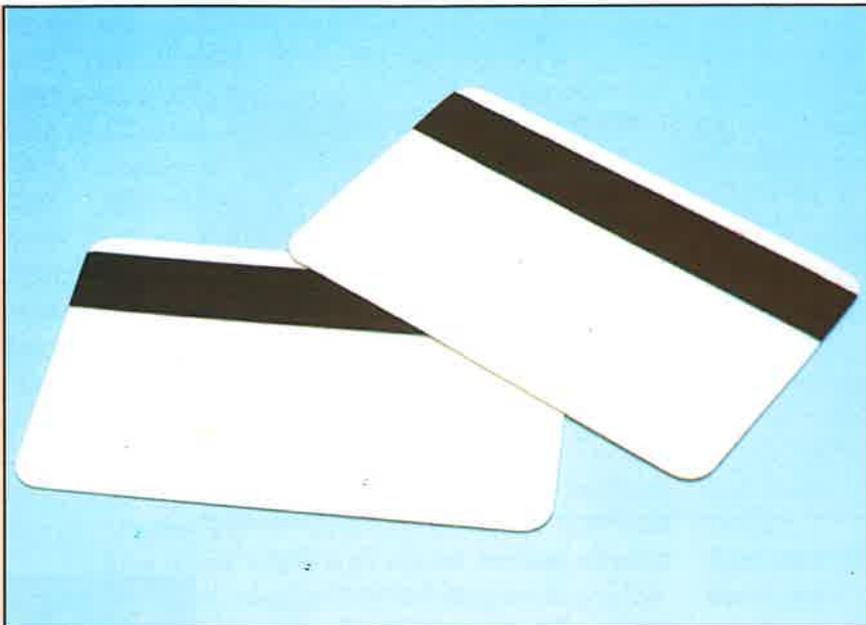
Il sistema a schede magnetiche non è utilizzato esclusivamente negli sportelli automatici delle banche, ma il suo impiego si è esteso in altri settori molto diversi, quali possono essere:

- il controllo dei pazienti nei distretti sanitari;

- l'accesso a locali protetti, nei quali possono entrare solo persone autorizzate;

- il controllo di identificazione e di presenza dei dipendenti nelle aziende;

- l'accesso agli impianti di risalita nelle stazioni sciistiche;

Le caratteristiche di una scheda magnetica sono molto simili a quelle di un nastro magnetico

Sulla banda magnetica vengono registrati i dati

- l'accesso ai distributori automatici di bibite o altri generi alimentari posti nei locali comuni delle aziende, ecc.

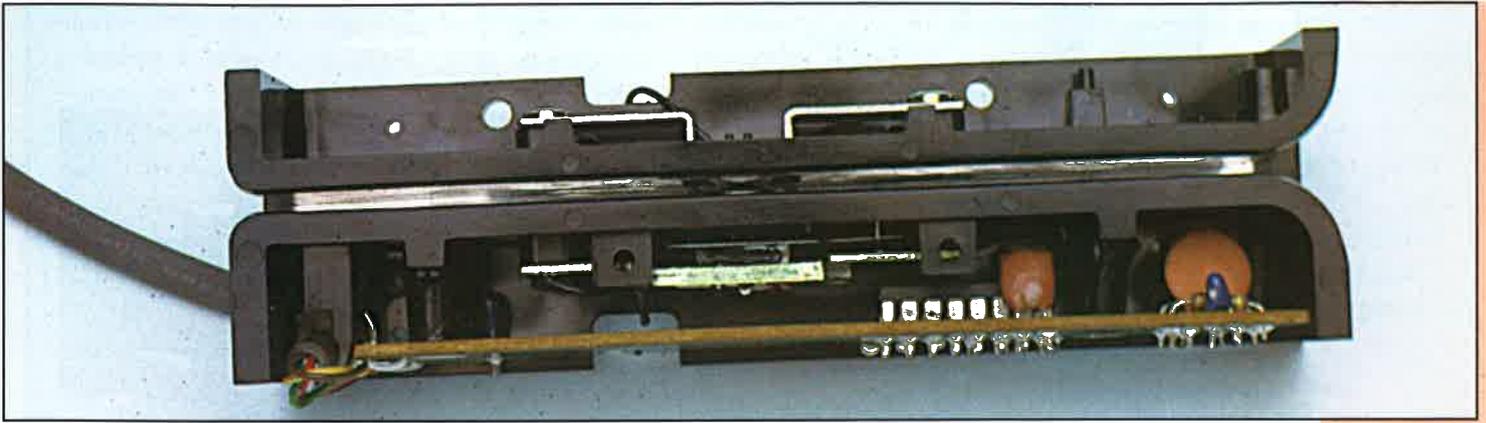
Le schede magnetiche rappresentano una chiave di accesso molto comoda e di ridotte dimensioni, ideale per essere portata nel pórtafoglio.

Controllo di presenza con il lettore di schede magnetiche prodotto dalla SYSTEM 5

Le schede magnetiche sono state standardizzate in modo da poter essere interpretate correttamente dai diversi lettori

Senza dubbio, questa crescente diversità di impiego e di applicazione rappresenta solo una piccola parte delle possibilità offerte dalle schede magnetiche, grazie anche alle ottime caratteristiche che presentano le piste magnetiche attuali (con un campo magnetico molto coercitivo, HiCo), resistenti alla cancellazione o a una modifica di tipo magnetico non desiderata.
Inoltre, lo sviluppo del chip ISO7816 ha permesso di ampliare notevolmente la memoria e la capacità di calcolo, per cui è aumentato anche lo spettro delle applicazioni a cui possono essere destinate queste schede in plastica.
Con l'impiego dei codici di tipo PIN ad esempio, la sicurezza di questi sistemi ha raggiunto livelli eccezionali.
Attualmente i fattori che determinano la velocità del processo di espansione delle schede magnetiche sono solamente due:
- l'evoluzione del mercato,
- la creatività delle aziende dedicate allo studio di questa tecnologia.

CARATTERISTICHE DELLE SCHEDE MAGNETICHE

Le schede magnetiche, grazie soprattutto a questo loro enorme sviluppo, sono state standardizzate in modo da diventare leggibili dai diversi tipi di lettori presenti in commercio; ciò ha permesso di evitare l'uso contemporaneo di formati diversi, che avrebbero potuto provocare delle incompatibilità e delle difficoltà di utilizzo.
La grandezza standard della scheda è di circa 8,5 cm per 5,5 cm.
La standardizzazione delle dimensioni ha portato all'unificazione dei diversi tipi di lettori magnetici operanti in punti differenti.
Le caratteristiche di una scheda magnetica sono molto simili a quelle di un nastro magnetico sul quale vengono incisi dei dati; quelle principali, che definiscono un determinato tipo di scheda magnetica sono le seguenti:
- numero di piste di cui è dotata la banda magnetica presente sulla scheda - questo numero è

Inserendo la scheda, il lettore per il controllo di presenza legge i dati e li invia ad un calcolatore

importante poiché è direttamente proporzionale alla quantità di dati che si possono memorizzare; ad un valore più elevato corrisponde un miglior servizio ed una maggiore sicurezza per l'utilizzatore. Le piste presenti sulla banda magnetica possono variare da 1 a 3, e sono conosciute con la denominazione ISO:

* pista ISO1 (IATA),
* pista ISO2 (ABA),
* pista ISO3 (THIRFT/MINTS);

- *processo con cui vengono incisi i dati sulla scheda* - il metodo che normalmente viene utilizzato per l'incisione di queste schede sfrutta la modulazione di frequenza (FM);
- *densità di incisione* - questo parametro indica la densità con la quale i dati sono stati incisi sulla banda magnetica, e generalmente viene misurato in bit per pollice (b.p.i.);
- *capacità dei caratteri* - questo parametro definisce il numero complessivo di caratteri che può supportare la banda magnetica della scheda, e dipende essenzialmente da tre fattori:
- la lunghezza della banda magnetica,
- la densità di incisione,
- il numero di bit necessari per rappresentare un carattere.

Il numero di bit necessari per rappresentare un carattere è funzione diretta del carattere stesso; ad esempio, per rappresentare un carattere alfanumerico sono necessari cinque bit (i caratteri alfanumerici sono quelli più utilizzati per l'incisione dei dati sulle schede magnetiche).

Dopo aver definito i diversi parametri che caratterizzano le schede magnetiche, si possono prendere in esame i tre diversi tipi di piste ISO:

- *pista ISO 1* - consente una densità di 210 bpi per un massimo di settantanove caratteri; ogni carattere può essere composto da un massimo di sette bit;
- *pista ISO 2* - ha una lunghezza massima di quaranta caratteri con una densità di cinque bit per carattere alfanumerico;
- *pista ISO 3* - ha una densità di 210 bit per pollice, con una lunghezza di 107 caratteri; ogni carattere alfanumerico è composto da cinque bit.

Il lettore di schede magnetiche

Il lettore di schede è un dispositivo elettronico incaricato di rilevare i dati presenti sulla scheda magnetica

Il lettore di schede magnetiche è il dispositivo elettronico incaricato di rilevare i dati registrati sulla scheda magnetica che consentono l'accesso all'elaboratore a cui è collegato, e autorizzare così l'esecuzione delle diverse operazioni permesse all'utilizzatore: richiesta o deposito di denaro presso gli sportelli automatici delle banche, acquisti senza contanti nei negozi convenzionati, accesso nei locali vietati al grande pubblico, controllo di presenza, ecc.

Questo apparecchio è composto da una parte hardware e da una software perfettamente sincronizzate tra di loro.

La parte hardware è costituita da una testina

Il sistema per il controllo di presenza della SYSTEM 5 comprende un lettore di schede magnetiche ed una interfaccia hardware per il collegamento al computer di controllo

magnetica di lettura/scrittura che ha il compito di rilevare e incidere i dati sulla scheda magnetica dell'utente, e da alcuni circuiti elettronici incaricati di memorizzare i dati letti dalla testina di lettura per inviarli tramite un'interfaccia seriale o parallela al calcolatore di controllo del lettore o dell'insieme di lettori che compongono la rete. In funzione del tipo di lettore, l'inserimento della scheda può essere manuale o automatico (motorizzato).

Con il sistema manuale è necessario far passare la scheda in una apposita fessura del lettore in modo che la banda magnetica venga a contatto con la testina di lettura.

I lettori automatici sono invece dotati di alcuni meccanismi che "catturano" la scheda inserita nell'apposita fessura, e per mezzo di alcuni dispositivi di trazione la trasportano in prossimità della testina, dove viene eseguita la lettura dei dati incisi sulla banda magnetica.

LA TESTINA MAGNETICA

La testina magnetica rappresenta l'elemento principale del lettore, ed è costituita da un elettromagnete di forma più o meno circolare con i poli estremi molto vicini tra di loro. In pratica il suo profilo è molto simile ad una C.

Sul nucleo è avvolta una bobina, attraverso la quale viene fatta passare una corrente che genera il campo magnetico necessario per poter rilevare la banda magnetica presente sulla scheda.

La zona d'aria presente tra i due poli estremi, definita *traferro*, è attraversata dalle linee di forza generate dal campo magnetico. Se attraverso questo traferro viene fatta passare la scheda, l'influenza della sua banda magnetica provoca una variazione del campo proporzionale all'intensità magne-

Esistono dispositivi in grado di leggere sia schede magnetiche che codici a barre

Il lettore di schede magnetiche è composto da una parte hardware e una software

tica della banda stessa. La costruzione delle testine di lettura/scrittura si basa su questo principio, con alcune varianti che servono per aumentare il rendimento del processo. Una di queste prevede la costruzione del nucleo non in un unico blocco, ma partendo da due seminuclei, su ciascuno dei quali viene avvolta una bobina.

Le due bobine vengono collegate in serie tra di loro in modo da formare anche due elettromagneti in serie.

La presenza di due elettromagneti permette la formazione di due traferri, uno posteriore e uno anteriore, ognuno dei quali ha dei compiti ben specifici:

- il traferro posteriore serve da protezione, in modo che la testina di lettura risulti immune ai campi magnetici esterni;
- il traferro anteriore è quello attraverso il quale viene fatta passare la scheda magnetica, e la lettura risulterà migliore o peggiore in funzione della sua larghezza e della qualità costruttiva.

La dimensione e la forma delle testine dipendono principalmente dagli ingombri disponibili nei contenitori in cui devono essere alloggiate.

Nella maggior parte dei casi questo spazio è molto ridotto, per cui devono essere adattate in modo da occupare il minor volume possibile.

Le testine magnetiche vengono costruite con materiali speciali per le diverse parti che le compongono.

I nuclei ad esempio, vengono realizzati con dei lamierini di materiale paramagnetico di piccolo spessore, generalmente una lega di ferro, nikel, rame e cromo chiamata *mumetal*, che vengono preformati nella forma desiderata tramite degli stampi e successivamente cotti a temperature molto elevate in atmosfera inerte per fornirgli le caratteristiche magnetiche e meccaniche desiderate.

I nuclei delle testine sono composti da sottili lamierini di materiale paramagnetico

Questi lamierini vengono opportunamente sovrapposti in modo da formare il nucleo magnetico della testina.

Questo sistema costruttivo della testina a strati sovrapposti serve per limitare le perdite di corrente che si verificano nel nucleo a causa del campo magnetico variabile in cui è immerso.

Queste correnti di perdita, circolando attraverso il materiale, provocano del calore che viene irradiato verso l'esterno; ciò da origine a delle perdite di rendimento che influiscono sul campo magnetico

La forma delle testine magnetiche dipende in gran parte dallo spazio disponibile per il loro alloggiamento

Cavo di collegamento del sistema per il controllo di presenza al computer

Nel computer incaricato di ricevere e gestire i dati viene installato un software che si adegua alle necessità dell'utente

generato. Queste correnti sono conosciute con il nome di *correnti di Foucault*, e per minimizzare il loro effetto i lamierini vengono laminati e isolati. Inoltre, i lamierini utilizzati per la costruzione delle testine di lettura subiscono anche un processo di ricottura, che serve per conferirgli la durezza sufficiente per ostacolare l'abrasione prodotta dal contatto con la banda magnetica.
Attualmente esistono lettori magnetici che funzionano costantemente per ventiquattro ore al giorno, come quelli utilizzati negli sportelli automatici delle banche o installati presso stazioni di servizio automatiche; poiché sono soggetti ad usura molto rapida, la tendenza attuale per aumentare il tempo di vita delle testine è quella di utilizzare leghe meccanicamente più resistenti.

Il software dei lettori di schede magnetiche

Quella del software è una componente molto importante per i lettori di schede magnetiche, poiché rappresenta il mezzo che consente la loro gestione e il loro adattamento ai vari tipi di applicazioni.
L'elaboratore incaricato di ricevere ed elaborare i dati provenienti dai lettori deve essere dotato di un software adeguato alle necessità dell'utente, poiché deve essere in grado di controllare tutte le informazioni necessarie per eseguire il tipo di gestione richiesta dall'operazione richiamata.
Ad esempio, in una fabbrica o in un grande complesso commerciale è possibile controllare e gestire in automatico tutta una serie di dati utilizzando un sistema per il controllo delle presenze composto da un lettore di schede magnetiche, una interfaccia e un elaboratore. Questi dati potrebbero essere:
- il numero di dipendenti presenti;
- l'orario di lavoro svolto dagli stessi;
- eventuali straordinari effettuati nei giorni festivi oppure oltre il normale orario di lavoro;
- i giorni di assenza di ogni dipendente;
- le uscite anticipate;
- la presenza media durante i turni di lavoro;
- ecc.

Come si può dedurre, il numero dei parametri che è possibile controllare tramite software è innumerevole; in pratica si può dire che l'unico limite è costituito dall'immaginazione dell'utente.
Si è proposto l'esempio di lettori di schede che funzionano come rilevatori di presenze ma, come detto, è sufficiente cambiare il software di controllo per adattare questi dispositivi alle più svariate applicazioni.

Caratteristiche principali di un lettore di schede

Quando si deve acquistare un lettore di schede, che deve essere utilizzato per una determinata applicazione, si devono valutare le sue caratteristiche più importanti.

In certi lettori la scheda deve essere introdotta manualmente

Inserzione manuale o motorizzata
L'inserimento della scheda e il suo passaggio sulla testina di lettura può avvenire in modo manuale o tramite un sistema automatico motorizzato che consente una lettura più uniforme della banda magnetica.
Velocità di trascinamento della scheda
Nei modelli motorizzati viene fornito il valore nominale di trascinamento e quello di variazione massima. Nei modelli a inserimento manuale vengono invece fornite le velocità limite superiore e inferiore di passaggio della scheda, che garantiscono la lettura corretta della banda magnetica.
Tipo di interfaccia
Il collegamento con l'elaboratore può essere effettuato con trasmissione seriale o parallela. Quella più comunemente utilizzata è la trasmissione seriale, poiché in questo modo si riduce notevolmente il costo del cavo necessario per il collegamento tra il lettore e il calcolatore che lo gestisce.

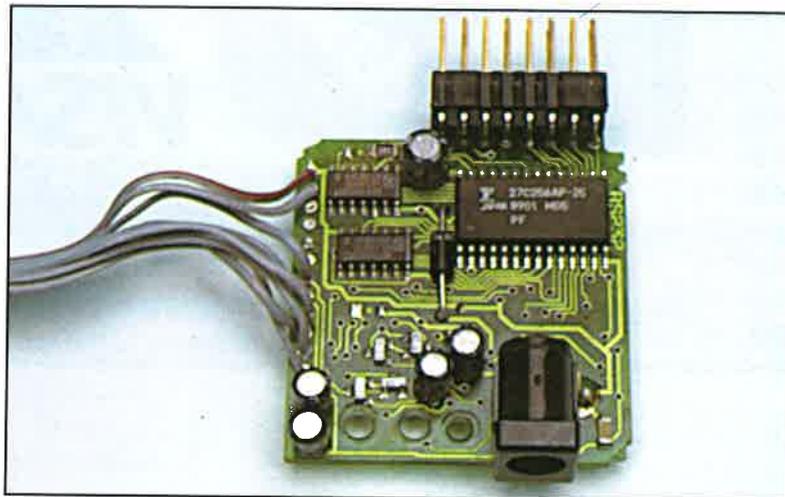
TIPI DI LETTORI

In commercio sono presenti diversi modelli di lettori magnetici, che differiscono tra di loro per le caratteristiche intrinseche e per l'uso cui sono destinati.
La maggior parte di questi dispositivi è destinata ad applicazioni di massa, per cui è prevedibile che vengano utilizzati direttamente dagli utenti finali; per questo motivo i lettori magnetici devono per prima cosa essere robusti e resistenti agli atti di vandalismo.
Il livello di qualità è diretta funzione delle caratteristiche tecniche che li contraddistinguono. Queste dipendono principalmente:
- dal numero e tipi di piste (ISO 1, ISO 2, ISO 3) lette;
- dal grado di corrispondenza allo standard JIS;
- dal rispetto della norma ISO 7816;
- dalla tolleranza nella rilevazione della corretta posizione della scheda;
- dalla velocità di lettura dei dati sulla scheda;
- dalla capacità di memoria;
- dal livello del segnale generato per colloquiare con il calcolatore (TTL,CMOS, ecc.);
- dal tipo di alimentazione richiesta, generalmente una tensione continua a 5 volt;
- dalle dimensioni, che ne permettono l'alloggiamento corretto nello spazio riservato all'interno del sistema;
- dalla direzione di espulsione della scheda;
- dal metodo utilizzato per l'incisione dei dati sulla scheda magnetica;
- dalla densità di incisione;
- dall'affidabilità del lettore, dalla quale dipende il numero di possibili errori nelle diverse operazioni;
- dalle temperature operative, sia sopra che sotto lo zero, che ne determinano la possibilità di impiego anche all'aperto;
- dagli eventuali opzional e ampliamenti in modalità operativa;
- dal tipo di interfaccia utilizzata per lo scambio dei dati con il computer incaricato della gestione, poiché esistono apparecchiature sia con interfaccia RS232-C che con interfaccia parallela.

I modelli di lettori disponibili in commercio sono:
- lettori a passata;
- lettori ad inserimento;
- lettori/scrittori motorizzati;
- lettori motorizzati.

Il lettore a passata è un dispositivo compatto e estremamente robusto, particolarmente resistente

Il collegamento con il computer può essere realizzato sia con una trasmissione seriale che con una parallela

L'interfaccia RS232 è un'opzione che viene inserita nei sistemi che utilizzano lettori magnetici per collegarli al PC di controllo del sistema

Il lettore/incisore motorizzato è un dispositivo progettato per rispondere a esigenze di estrema sicurezza

alle variazioni di temperatura, adeguato agli standard ISI e JIS, in grado di leggere una o più piste della scheda magnetica, e con possibilità di utilizzare una interfaccia RS232. Il suo funzionamento prevede il passaggio della scheda, e perciò della banda magnetica, in una piccola fessura del lettore, dove i dati vengono letti.
Questo tipo di lettore è particolarmente indicato per trasferimenti elettronici di denaro, POS bancari e sistemi CAT.
Il lettore ad inserimento manuale della scheda è di costruzione compatta, utilizza un sensore di tipo MM speciale particolarmente adatto per i codici bancari di sicurezza, ed è dotato di un otturatore "shutter" che ha il compito di rifiutare le schede false o non valide e gli oggetti estranei. Questo tipo di lettore legge il 100% della pista magnetica. Le sue applicazioni principali sono: trasferimento elettronico di denaro, POS bancari, sistemi CAT, sistemi per il controllo di accesso e di identificazione, sistemi per la rilevazione di tempi, sistemi di telecomunicazione (telefoni a scheda).
Il lettore motorizzato, abilitato anche alla scrittura dei dati sulla scheda magnetica, è un dispositivo progettato per rispondere ad esigenze di estrema sicurezza.
Quando si inserisce la scheda nella fessura di ingresso, questa viene automaticamente trascinata verso l'interno senza la necessità di una spinta manuale; la testina magnetica di cui è dotato è leggermente diversa da quella convenzionale, poiché è in grado di eseguire sulla banda magnetica sia operazioni di lettura che di scrittura. Le sue applicazioni principali sono: sportelli automatici, distributori, controlli di accesso e sistemi di sicurezza.
Il lettore di schede motorizzato è simile al precedente, ma non è in grado di scrivere i dati sulla scheda. Le sue applicazioni principali sono: trasferimenti elettronici di denaro, POS bancari, sistemi CAT, controlli di accesso e sistemi di telecomunicazione.

Le schede magnetiche rappresentano una chiave di accesso molto comoda e di dimensioni ridotte

Le memorie ROM

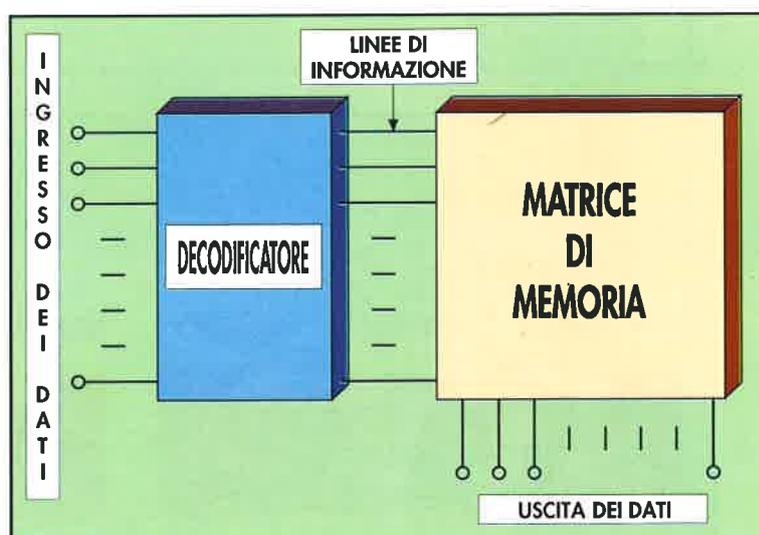
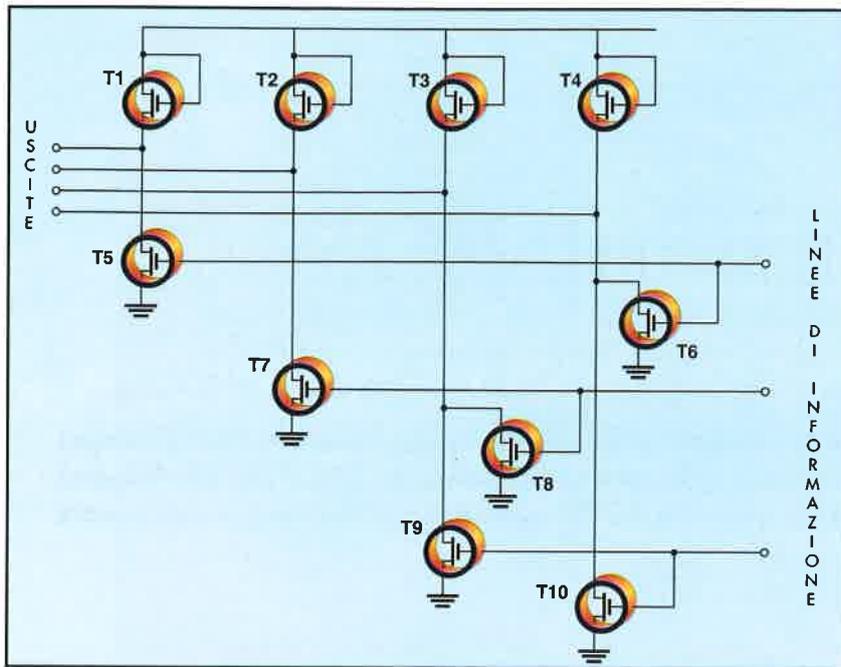
All'interno di un computer sono presenti, oltre alle già citate memorie RAM di lettura e scrittura, altre memorie che possono essere esclusivamente lette e che contengono le istruzioni fondamentali per la gestione del PC: queste memorie vengono chiamate ROM.

Le memorie ROM appartengono alla categoria di memorie detta a *contenuto permanente*, e vengono chiamate in questo modo poiché la loro struttura interna è stata progettata esclusivamente per memorizzare dati che generalmente devono essere solamente letti.
Per poter scrivere questi dati è necessario sottoporre i componenti a particolari processi tecnologici che, in alcuni casi, ne impediscono la modifica e la riscrittura. In altri casi, per modificare i dati memorizzati è richiesta l'asportazione del componente dall'apparecchiatura nella quale è inserito, a differenza delle memorie RAM o ad accesso sequenziale viste in precedenza, nelle quali era sufficiente un comando software di scrittura.

Tipi di memorie

Prima di iniziare la descrizione delle ROM è doveroso sottolineare che esistono diversi tipi di memorie permanenti che, anche se con caratteristiche di funzionamento e di flessibilità molto simili, all'atto pratico si comportano in modo diverso.
Queste memorie sono:
- *memorie ROM;*
- *memorie PROM;*
- *memorie EPROM.*

Di seguito verrà esaminato il funzionamento delle

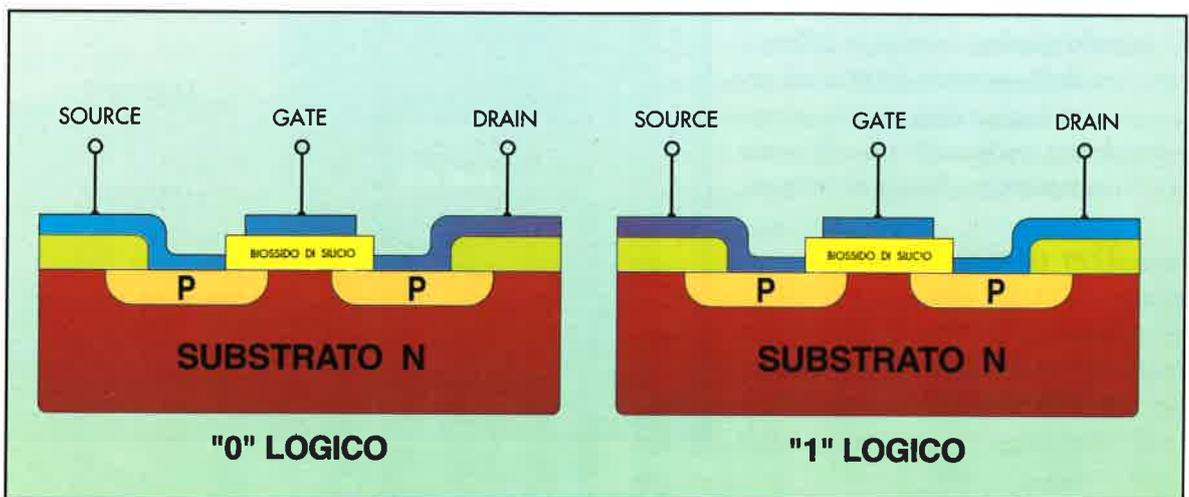
Schema a blocchi di una memoria ROM

Schema interno della matrice di celle di memoria di una ROM fabbricata in tecnologia MOS

memorie ROM propriamente dette, mentre le altre famiglie, descritte in questa sede solo sommariamente, verranno analizzate più dettagliatamente nei capitoli successivi.

La sigla *ROM* deriva dalle iniziali del nome anglosassone di questo componente *Read Only Memory*, che tradotto letteralmente significa *memoria a sola lettura*. I dati contenuti all'interno di questa memoria sono assolutamente inalterabili, poiché vengono definiti direttamente nelle fasi di fabbricazione del componente; di conseguenza, il contenuto della memoria deve essere considerato come parte integrante del processo costruttivo. Infatti, la loro architettura interna viene strutturata dal costruttore in funzione dei dati che devono essere memorizzati, definiti dalle specifiche indicate dall'utente finale o standardizzati in fase di fabbricazione. L'unico modo per poter modificare i dati contenuti in una ROM è quello di sostituire la stessa con un'altra ROM contenente i nuovi dati.

Nelle memorie *PROM* (*Programmable Read Only Memory*, memoria programmabile a sola lettura), l'informazione viene memorizzata non in fase di fabbricazione, come capita per le ROM, ma direttamente dall'utente finale. La programmazione di una PROM comporta l'introduzione di modifiche strutturali permanenti e inalterabili nelle celle che compongono la memoria; ciò significa che anche questi componenti, dopo essere stati scritti la prima volta, non possono essere più modificati. Infatti, la memorizzazione di uno 0 o di un 1 logico viene effettuata bruciando una specie di fusibile posto in serie alla cella di memorizzazione; la rilevazione dello stato logico della cella si ottiene proprio verificando la condizione di questo fusibile.

Le memorie *EPROM* (*Erasable Read Only Memory*, memorie cancellabili a sola lettura), sono un'evoluzione migliorativa delle PROM. La differenza sta

Nelle memorie ROM in tecnologia MOS, gli 0 e gli 1 logici dipendono dal processo di metallizzazione di ciascun transistor

nel fatto che queste memorie possono essere cancellate e riscritte più volte direttamente dall'utente finale, anche se con processi di cancellazione più complessi rispetto a quelli delle memorie RAM. La tecnologia costruttiva utilizzata per queste memorie è la tecnologia MOS; in particolare, ogni cella di memoria è costituita da un transistor MOS a doppio gate (*floating gate*). Le modifiche introdotte durante la programmazione non sono distruttive per cui, tramite un particolare procedimento che agisce sui livelli energetici dei portatori, è possibile cancellare completamente il contenuto della memoria.

Questi due ultimi tipi di memorie verranno esaminati più approfonditamente nei capitoli successivi, quando si parlerà dei diversi metodi di programmazione.

LE ROM

FONDAMENTALI

La tecnologia utilizzata per la costruzione di queste memorie può essere sia bipolare che MOS, e le differenze sostanziali dei prodotti finali si riflettono sulla velocità di lavoro, sul consumo e sulla capacità di immagazzinamento.

Le memorie ROM bipolari possono essere suddivise in tre gruppi, in funzione del componente di base utilizzato come cella elementare:

- *ROM a diodi,*
- *ROM a transistor,*
- *ROM a resistenze.*

Inoltre, all'interno di questi gruppi le celle possono essere organizzate in due diversi modi:

* *a matrice unidimensionale*, nella quale l'indirizzo della singola cella viene selezionato attivando una delle uscite di un decodificatore di indirizzi;

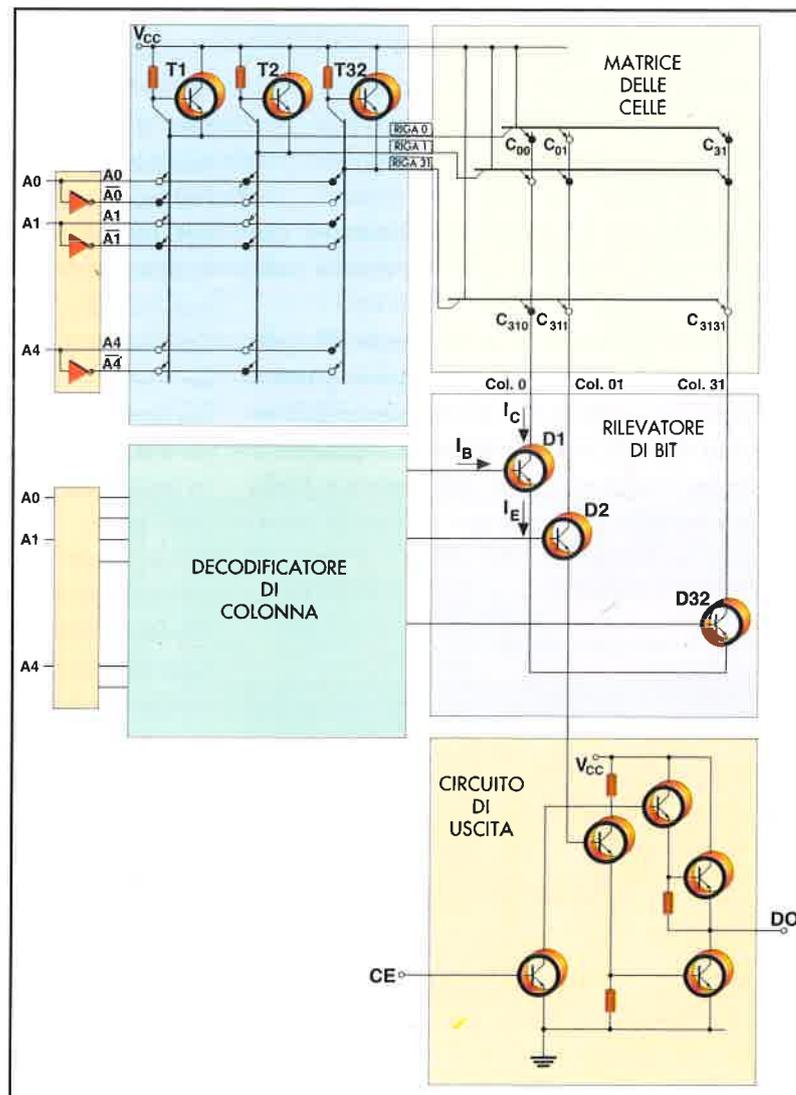
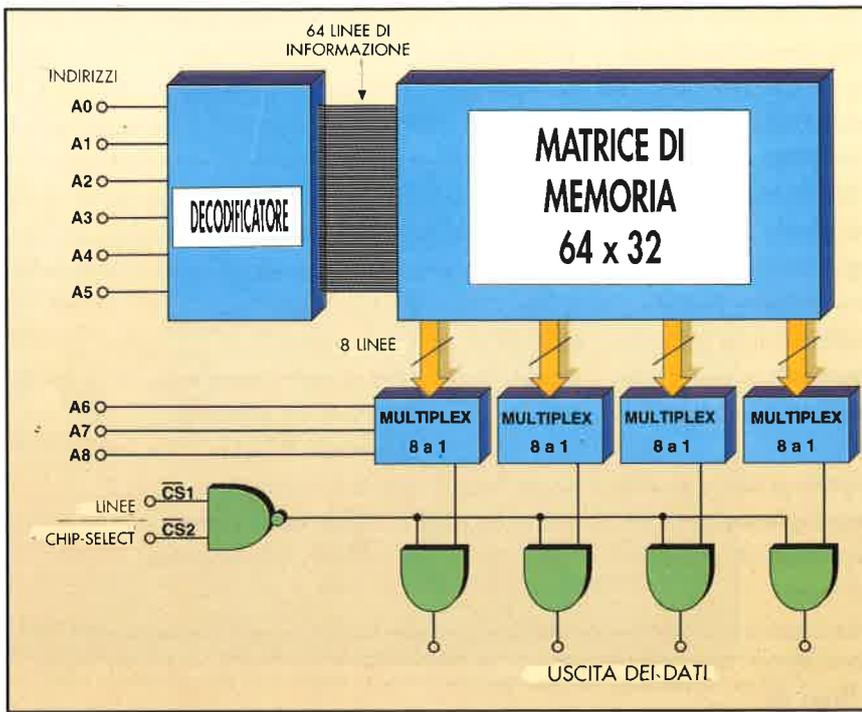
* *a matrice bidimensionale*, nella quale l'indirizzo della singola cella si ottiene selezionando la riga e la colonna di riferimento della cella stessa.

Quest'ultima configurazione è la più comune e, a differenza del primo tipo di organizzazione, permette di gestire memorie di elevata capacità.

Per comprendere il funzionamento generale delle memorie ROM viene analizzato un caso specifico che può essere applicato alle diverse combinazioni possibili. Si supponga perciò di essere in presenza di una memoria ROM come quella riportata nella figura corrispondente, nella quale le celle sono costituite da transistor.

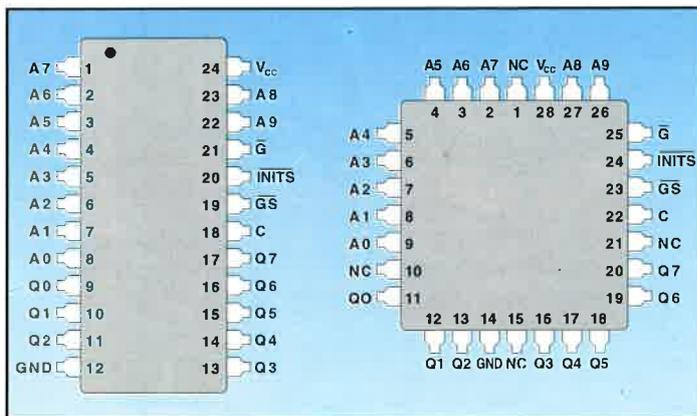
La struttura interna della ROM può essere suddivisa in diversi circuiti fondamentali:

- *circuito di decodifica delle righe,*
- *circuito di decodifica delle colonne,*

Le memorie ROM sono generalmente composte dai seguenti elementi: due decodificatori, uno di riga e l'altro di colonna, una matrice di celle di memoria, un circuito rilevatore di bit e un circuito di uscita

In funzione delle caratteristiche della memoria, è possibile utilizzare dei multiplexer per l'indirizzamento delle colonne

- *matrice delle celle di memoria,*
- *circuito rilevatore di bit,*
- *circuito di uscita.*

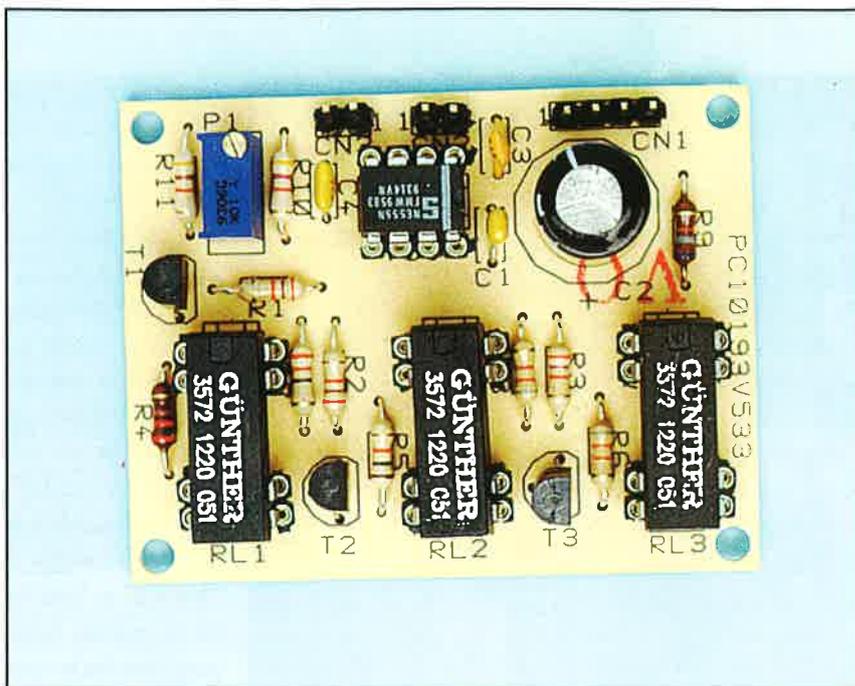
L'analisi di questi circuiti può iniziare dai decodificatori di riga e di colonna, poiché sono identici.

Se la matrice della ROM è composta da 32 righe e 32 colonne, per selezionare la singola riga sono necessarie cinque linee di indirizzamento (le linee da A0 ad A4 nella figura); la stessa situazione si verifica per l'indirizzamento delle colonne. Nelle memorie ad alta capacità, per evitare di dover utilizzare un numero troppo elevato di linee di indirizzamento, le colonne vengono selezionate tramite dei multiplexer, come descritto nella figura corrispondente, che permettono anche di gestire in modo ottimale parole (*word*) dati con lunghezza superiore ad 1 bit.

La matrice delle celle in questo caso è formata da 32 x 32 transistor, ma si trovano anche ROM nelle quali le celle sono realizzate con una matrice a diodi.

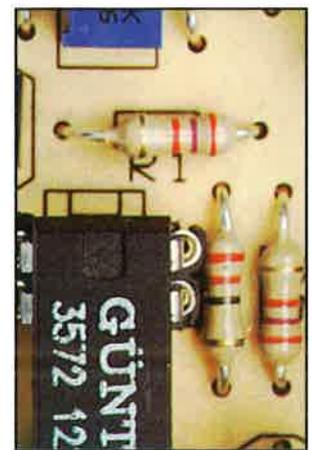
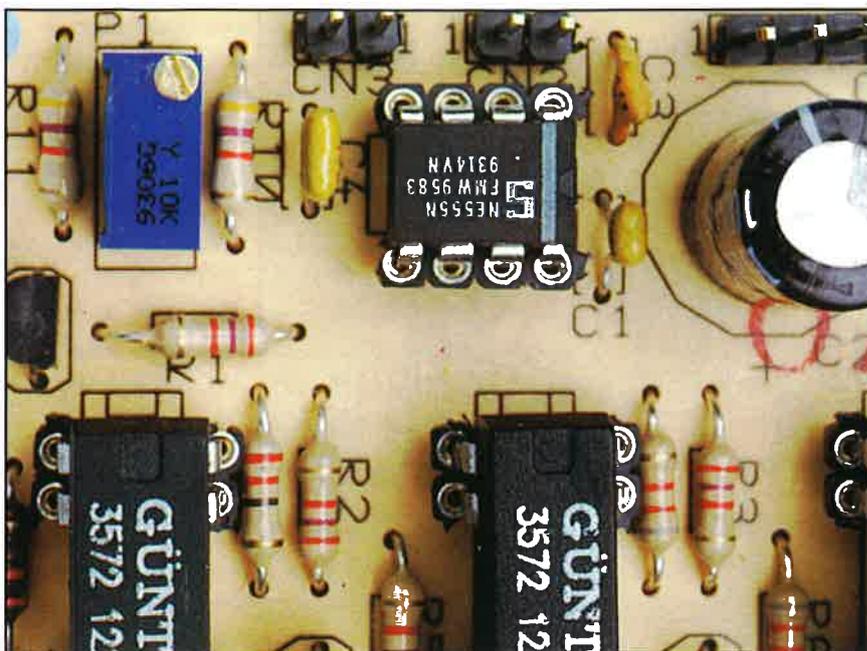
Come si può osservare in figura, poiché le basi dei transistor appartenenti alla stessa colonna sono tutte collegate alla stessa riga, per aumentare il livello di integrazione del componente vengono utilizzati dei transistor multiemettitore, nei quali ogni emettitore fa la funzione di un transistor di colonna. Quando nella cella si deve memorizzare uno 0 logico, l'unica cosa da fare è non metallizzare il contatto dell'emettitore corrispondente che, risultando isolato, funziona come un circuito aperto e perciò non può condurre corrente. Viceversa, se si desidera memorizzare un 1 logico bisogna metallizzare questo contatto, in modo che sia conduttivo quando la cella viene indirizzata.

Il compito del circuito rivelatore è quello di consentire solamente il passaggio del bit selezionato. Questo circuito è composto da transistor con un solo emettitore, le cui basi sono collegate direttamente alle uscite del decodificatore delle colonne. In questo modo solo uno dei transistor consente il passaggio dell'informazione dalla matrice di celle verso il circuito di uscita.

Il circuito di uscita viene strutturato in funzione delle specifiche richieste alla ROM, e in questo caso dipende dalla corrente di emettitore dei transistor del circuito rilevatore di bit. Il circuito trasforma i livelli di corrente in livelli di tensione alti o bassi che compaiono sull'uscita della memoria.

Disposizione dei terminali in una memoria ROM

CONTROLLO DEL CAPACIMETRO

Nel capitolo precedente sono state esaminate le caratteristiche generali del capacimetro di precisione. Il dispositivo non serve però a nulla se non si utilizza un programma di controllo in grado di fornire una informazione intelligibile invece del valore di frequenza che viene realmente misurato dall'apparecchiatura.

Il compito principale del programma descritto di seguito è quello di rilevare la frequenza misurata dal frequenzimetro (presentato in uno dei capitoli precedenti) e convertirla in un valore di capacità. Questo valore corrisponde a quello del condensatore incognito che si vuole misurare. Come indicato nel capitolo precedente, il condensatore è inserito nella rete RC che determina la frequenza del 555, per cui il valore assunto da quest'ultima è direttamente proporzionale al valore del condensatore che si desidera

La frequenza presente sull'uscita del capacimetro dipende dal valore del condensatore sotto misura

Scheda montata del circuito per la misura della capacità

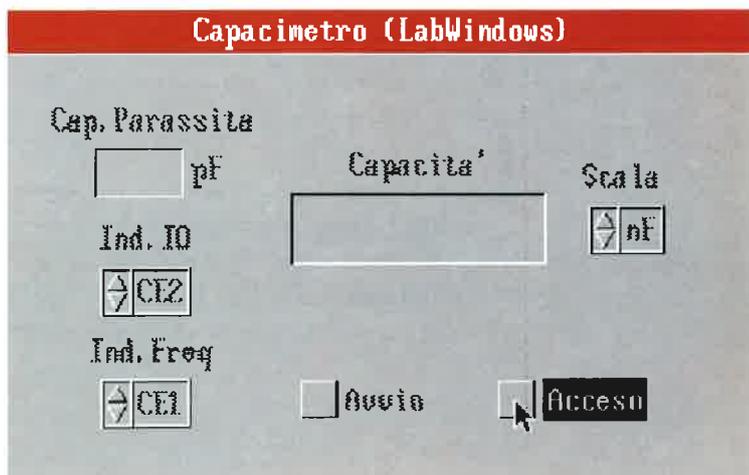
misurare. Di conseguenza, variando il valore del condensatore collegato ai puntali di misura varia anche la frequenza ottenuta sull'uscita del capacimetro. Su questa interviene il frequenzimetro, che legge il valore della frequenza generata dal circuito di misura della capacità. Osservando le relazioni riportate nel capitolo precedente è molto facile capire come il calcolatore riesca a convertire questa frequenza in un valore capacitivo, e a fornirlo direttamente nella scala corretta.

FUNZIONAMENTO DEL PROGRAMMA

Prima di eseguire la misura è necessario impostare gli indirizzi relativi alle schede di I/O e del frequenzimetro

Lanciando una rapida occhiata al programma di controllo ci si può rapidamente rendere conto di come sia facile da comprendere e da utilizzare. La cosa che più colpisce è la schermata principale, poiché è in questa che si legge il valore del condensatore che si sta misurando. Per poter effettuare la misura si deve però collegare il circuito, e successivamente agire con il mouse sul comando "Acceso". Eseguendo questa operazione il pulsante di accensione assume una colorazione rossa per indicare che il circuito è attivo; anche le varie finestre del pannello di controllo diventano attive, tranne quella indicata come "Capacità". Questa condizione è dovuta al fatto che il circuito non è ancora pronto per eseguire la misura, anche se non è necessario effettuare altre operazioni di avviamento. Infatti, per eseguire la misura è necessario impostare gli indirizzi relativi alle schede di I/O e del frequenzimetro agendo rispettivamente sui comandi "Ind.IO" e "Ind.Freq". In ciascuna di queste finestre è possibile scegliere tra le opzioni CE1, CE2 e CE3, che corrispondono ai diversi indirizzi della mappa di I/O. L'indirizzo abbinato a CE1 è H300 (in esadecimale), a CE2 è H308 e CE3 equivale all'indirizzo H310. Ciascuno di questi può essere impostato al valore preferito, tenendo però presente che l'indirizzo di selezione del frequenzimetro deve essere diverso dall'indirizzo di selezione della scheda di I/O. Ad esempio, se si imposta il ponticello JP1 del frequenzimetro sulla posizione 1, si deve impostare "Ind.Freq" su CE1; di conseguenza, non è possibile impostare il ponticello J1 della scheda di I/O sulla posizione 1, ma bisogna scegliere una delle altre due, ad esempio quella centrale, a cui corrisponde il valore CE2 nella finestra "Ind.IO".

Pannello di controllo del programma non ancora attivato

Capacimetro (LabWindows)
Cap. Parassita
pF
Capacita'
Scala
nF
Ind. IO
CE2
Ind. Freq
CE1
Avvio
Acceso

Il programma è per default impostato agli indirizzi CE1 per "Ind.Freq" e CE2 per "Ind.IO", a cui corrispondono le posizioni 1 per il jumper JP1 del frequenzimetro e 2 per il jumper J1 della scheda di I/O. Queste condizioni possono essere mantenute così come sono, oppure possono essere variate ogni volta che si lancia il programma. L'impostazione di indirizzi diversi da quelli di default deve essere eseguita prima di iniziare la misura.

Quando si attiva il pulsante di accensione tutte le finestre di controllo vengono abilitate

Dopo aver effettuato le corrette impostazioni è possibile iniziare la misura attivando con il mouse il comando indicato con "Avvio". Si può facilmente verificare che dopo aver agito su questo comando la finestra relativa al valore capacitivo si è attivata, mentre si sono disattivate le finestre relative agli indirizzi e alla capacità parassita (di seguito si vedrà la funzione di questa opzione).

A destra della finestra relativa al valore capacitivo misurato è presente la finestra corrispondente al fattore di scala. Tramite questa opzione è possibile scegliere tra tre diverse scale: picofarad (pF), nanofarad (nF) e microfarad (µF).

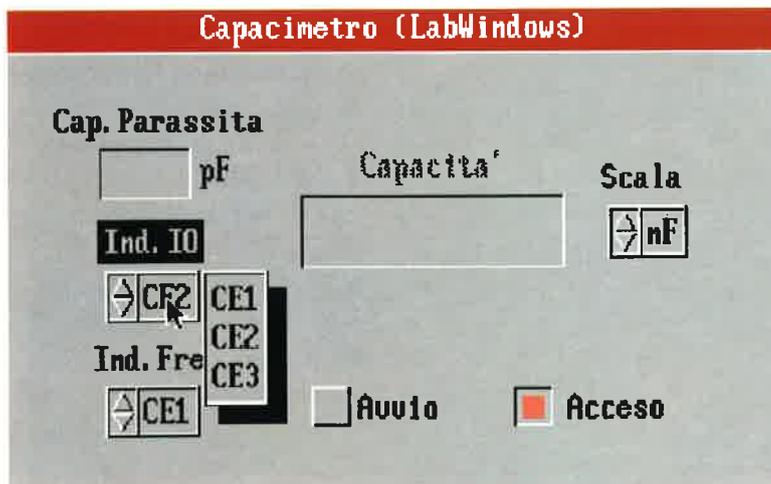
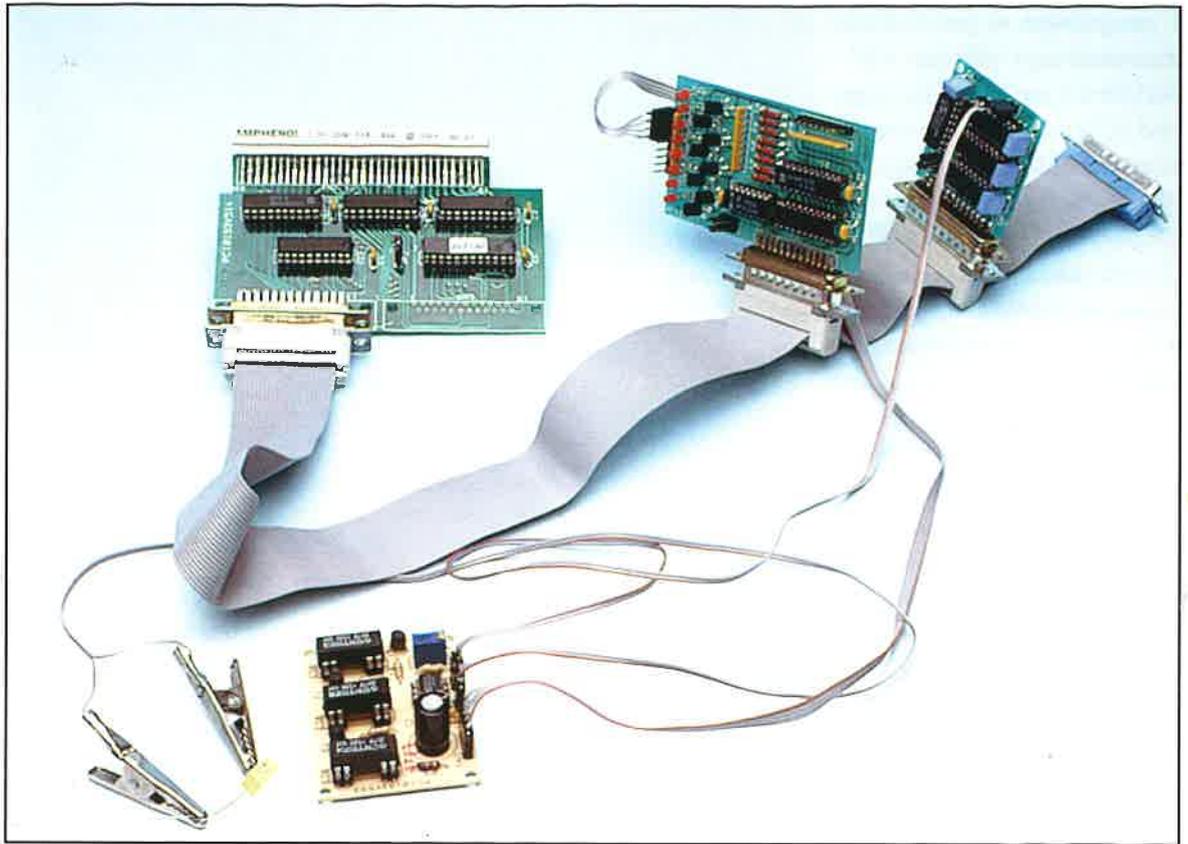
Poiché la lettura avviene in modo diretto per qualunque scala selezionata, senza bisogno di eseguire successive conversioni, per ottenere un valore intelligibile è sufficiente impostare la scala più opportuna per ogni condensatore misurato.

Dopo aver eseguito tutte le impostazioni previste dal programma, bisogna inserire un condensatore di prova tra i puntali di misura verificando che il circuito fornisca un valore di lettura, anche se questo non è corretto.

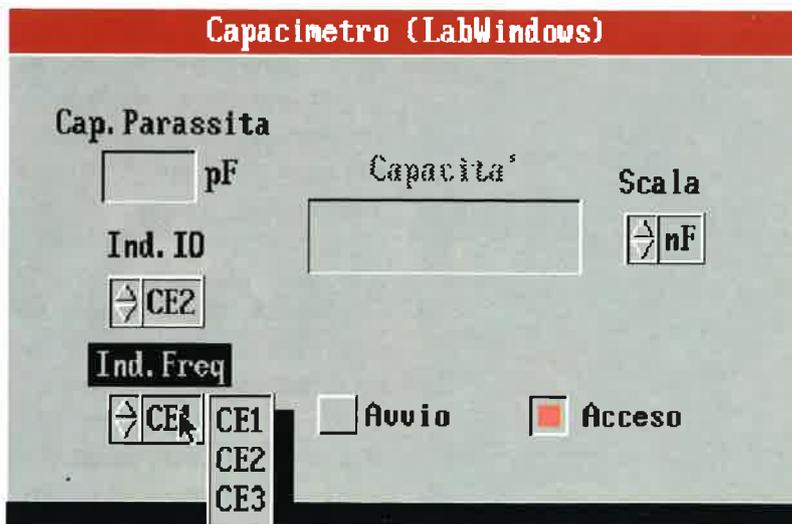
Per calibrare il circuito è necessario utilizzare un condensatore di valore noto, possibilmente di circa 100 nF, collegarlo ai puntali di misura, selezionare la scala dei nF sul pannello di controllo, ed agire sul potenziometro P1 presente sulla scheda del capacimetro finché sullo schermo non viene visualizzata la misura corretta. A questo punto il capacimetro è pronto per svolgere correttamente il suo lavoro, anche se sarebbe opportuno eseguire una seconda regolazione utilizzando un condensatore da pochi picofarad; questo per ottenere una regolazione fine del circuito, impostata però direttamente dal programma di controllo. Per questa operazione vengono forniti ulteriori dettagli di seguito, dopo aver fatto una necessaria precisazione.

É logico supporre che, quando si esegue la rilevazione del valore capacitivo di un condensatore sconosciuto, non venga misurata solo la capacità dello stesso ma anche quella dei puntali di misura. Se si sottopone alla prova un condensatore di valore

L'indirizzo della scheda di I/O può essere scelto tra i tre possibili valori

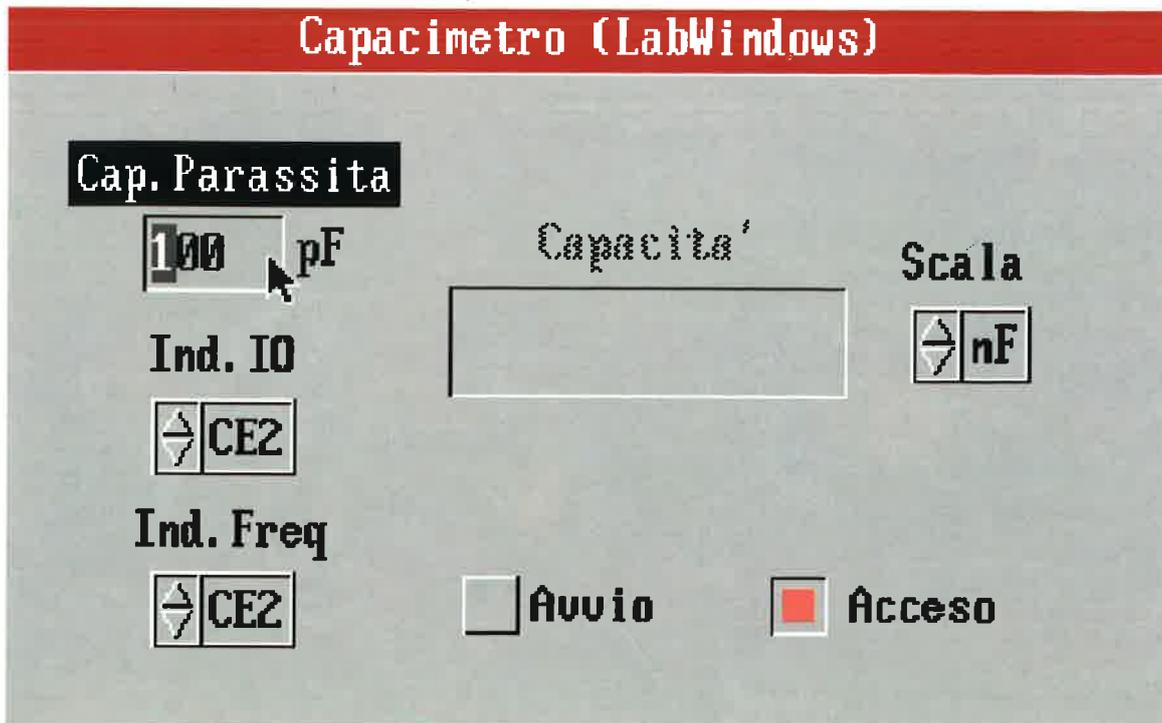
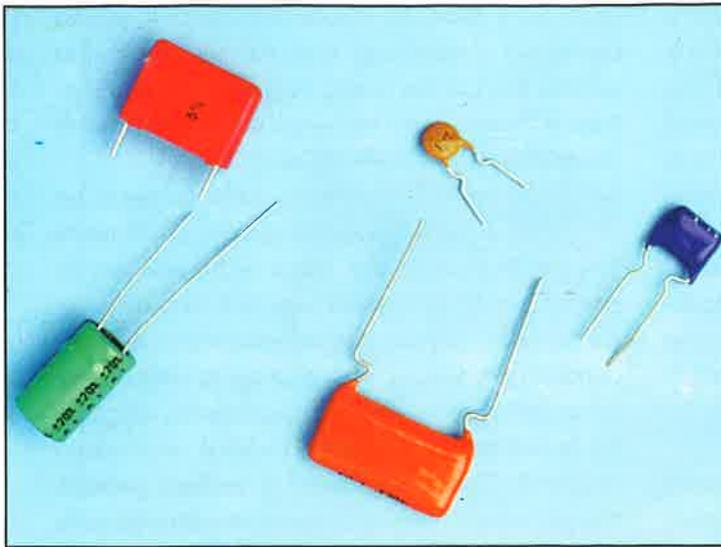
La lettura visualizzata viene presentata in forma diretta e senza bisogno di conversione, qualunque sia la scala impostata

Collegamenti tra il capacimetro e gli altri circuiti necessari per il suo funzionamento

relativamente elevato, di alcuni nanofarad, questa capacità parassita diventa trascurabile rispetto a quella effettiva del condensatore. Tuttavia, quando si misura un condensatore il cui valore è di pochi picofarad, il valore rilevato risulta falsato di una percentuale inaccettabile. Per evitare questo errore di lettura del programma si è prevista una opzione, indicata con "Cap.Parassita", che consente di inserire il valore correttivo della capacità parassita che deve essere considerato dal programma per il calcolo della capacità effettiva. Questa capacità parassita può essere determinata considerando tutti gli elementi che intervengono nella sua formazione, come ad esempio i cavi e i puntali. Per conoscere questo valore è sufficiente selezionare la scala dei picofarad sul pannello di controllo e, con i cavi di misura collegati al capacimetro senza condensatori applicati ai terminali, leggere il valore che compare sullo schermo. Questo valore può essere anche di alcune centinaia di picofarad, in funzione della qualità dei cavi che si stanno utilizzando. Successivamente, tramite tastiera si

Anche per la scheda del frequenzimetro è necessario scegliere uno dei tre indirizzi disponibili

Per calibrare il circuito si deve utilizzare un condensatore di valore conosciuto

deve digitare questo numero nella finestra "Cap.Parassita", avendo la precauzione di premere il tasto "ENTER" al termine dell'operazione per permettere al programma di memorizzare il dato. Il valore deve essere immesso direttamente in picofarad, così come appare sull'indicatore di misura.
Da questo momento il valore visualizzato, senza nessun condensatore collegato, deve corrispondere a zero o ad un valore prossimo a questo. Se così non fosse bisogna modificare nuovamente il valore correttivo inserito finché non si ottiene una lettura pari a zero.
É importante sottolineare il fatto che per eseguire l'operazione di immissione del valore della capacità parassita il comando "Avvio" deve essere disattivato; ciò vuol dire che durante questa regolazione non bisogna eseguire nessuna misura. Al termine è possibile riprendere le operazioni di misura attivando il pulsante di avvio, che disabilita la funzione relativa alla capacità parassita finché il sistema non viene nuovamente fermato. Si è scelta questa modalità operativa per evitare interferenze sulla misura quando il processo stesso è attivo. La misura può essere interrotta anche per cambiare gli indirizzi impostati per la scheda di I/O e per quella del frequenzimetro, nel caso si fossero commessi degli errori nella fase di impostazione generale del programma.
Alcune volte può comparire sullo schermo un valore di misura con segno negativo; ovviamente non bisogna pensare di avere a che fare con un condensatore di capacità negativa. In realtà questo succede quando si è impostato un valore di capacità parassita superiore a quello del condensatore sotto prova, per cui il programma, eseguendo la sottrazione dei dati, fornisce un risultato negativo. Questa situazione si verifica generalmente quando non è stata eseguita correttamente la calibrazione fine della capacità parassita, per cui è necessario ripetere l'operazione di misura della capacità dei cavi. Si deve quindi riportare a zero il valore correttivo impostato e rifare la regolazione precedente, ricordandosi che ai puntali non deve essere collegato alcun condensatore. Infine, non resta che riscrivere nella finestra corrispondente il valore riscontrato e riprendere nuovamente il processo di misura.

Per poter variare il valore della capacità parassita è necessario disattivare il comando "Avvio"

È opportuno indicare al programma il valore della capacità parassita dovuta ai cavi di misura, in modo da non falsare le rilevazioni eseguite sui condensatori con valori molto bassi

Tipi di condensatori che possono essere misurati con il circuito proposto

sulla base del transistor di ingresso è presente un uno, che lo manda in conduzione fornendo la massa al relè desiderato.

L'attivazione di ogni relè provoca il collegamento al 555 di una coppia di resistenze diverse, per cui il rapporto RC risulta differente per ogni scala. In questo modo si ottiene una gamma di frequenze diversa per ciascuna coppia di resistenze, adeguando la lettura alla scala più opportuna per la misura che si sta eseguendo.

Con il potenziometro di regolazione P1 si modifica il rapporto ciclico della frequenza di uscita. Ciò significa che è possibile variare la durata del livello basso rispetto a quella del livello alto; modificando il periodo del segnale di uscita si modifica di conseguenza anche la sua frequenza, che corrisponde al valore inverso dello stesso. Questo spiega perché agendo su questo potenziometro, e con un condensatore di riferimento sotto prova, è possibile adeguare la frequenza di uscita del multivibratore monostabile al corrispondente valore capacitivo noto.

ALTRE INFORMAZIONI SUL CIRCUITO

La scheda di I/O viene utilizzata per attivare o disattivare i tre relè selettori di scala, in modo tale che per ogni scala venga eccitato un solo relè alla volta. Per attivare uno di questi relè è sufficiente scrivere uno 0 all'indirizzo corrispondente di questa scheda. Poiché le sue uscite sono invertite,

Per ottenere una lettura semplice e affidabile è possibile selezionare la scala più opportuna

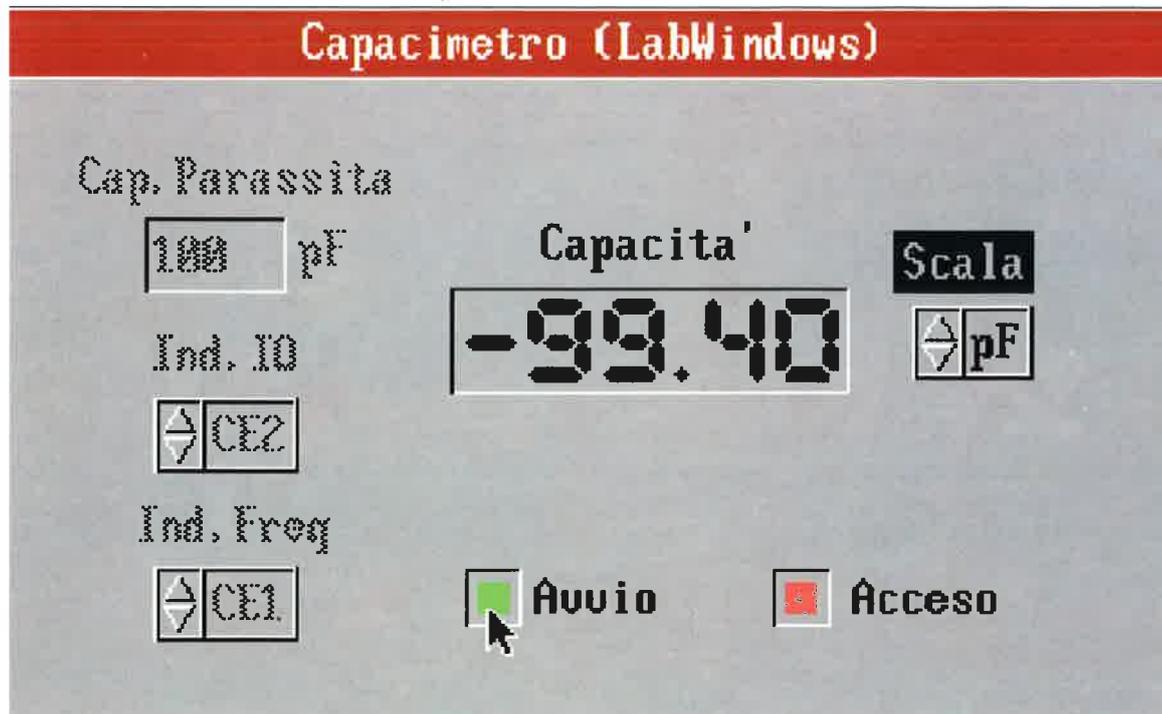
Con il potenziometro di regolazione P1 è possibile variare il valore della frequenza di uscita

Durante il normale processo di misura le finestre per l'impostazione degli indirizzi e del valore della capacità parassita rimangono disattivate

PARTICOLARITÀ DEL PROGRAMMA

Il programma è stato realizzato in LabWindows, ma osservando il file sorgente si può notare che è molto simile al QuickBasic. Così come è il programma può essere modificato solo da coloro che dispongono di un compilatore LabWindows, ma con alcune piccole modifiche è possibile adattarlo a un QuickBasic tradizionale, molto più conosciuto dalla maggioranza degli utenti di PC. Per coloro che vogliono adeguare il programma alle proprie particolari esigenze, o che vogliono semplicemente conoscere più a fondo il suo funzionamento, vengono forniti di seguito alcuni suggerimenti per agire nel modo più semplice e corretto possibile. Per prima cosa bisogna sapere che la maggior parte delle routine non richiedono alcuna modifica. La funzione "Frequenza#" ad esempio può essere utilizzata senza alcuna variazione, così come la procedura "Scalato()". L'intestazione del programma non necessita di grandi correzioni, tranne che per l'eliminazione di procedure o funzioni non necessarie, come le chiamate ai file INCLUDE. Le parti che invece dovranno essere necessariamente modificate sono il ciclo del programma principale e la rappresentazione del valore di capacità.

Il programma è stato scritto in LabWindows, ma osservando attentamente il file sorgente si può notare che è molto simile al QuickBasic

In alcuni casi possono comparire sullo schermo valori di misura con segno negativo; ciò è dovuto al fatto che il valore impostato per la capacità parassita non è quello corretto

É possibile, modificando leggermente il programma, fare in modo che venga eseguita una autoregolazione del valore della capacità parassita

Per ottenere una misura bisogna modificare la seconda linea della procedura "Presenta", che deve essere sostituita da:

PRINT Capacità# * Divisore#

Inoltre, si devono eliminare le seguenti procedure e funzioni:

FUNCTION Accensione%
FUNCTION Pulsazione%
SUB AttivaPanel(Stato%)

Questi comandi possono essere utilizzati esclusivamente in LabWindows, ed è sufficiente cancellarli dal nuovo file sorgente che si desidera modificare. Inoltre, si possono eliminare anche le variabili globali:

Power% e Ph%

A questo punto non resta che scrivere un piccolo programma principale che possa rappresentare il valore della misura. In questa routine è necessario inserire i parametri relativi alla capacità parassita e al cambio di scala. Questa condizione si può ottenere sfruttando la procedura "Scalato()", che richiede un parametro di ingresso. Questo campo può assumere tre diversi valori: con il parametro 1 si misurano valori in microfarad, con 2 in nanofarad e con 3 in picofarad. In questo modo è possibile selezionare la scala più opportuna in funzione del condensatore che si desidera misurare.

Il programma deve iniziare con l'inizializzazione di queste variabili, selezionando la scala opportuna tramite la chiamata alla procedura "Scalato()". A questo punto è già possibile richiamare la procedura "Presenta" che, grazie alle modifiche esposte in precedenza, rappresenterà sullo schermo il valore della capacità misurata.

Al termine non resta che elaborare una routine di programma che soddisfi le proprie esigenze, nella quale siano compresi il cambio del fattore di scala e l'immissione di un nuovo valore di capacità parassita.

Inoltre, è possibile automatizzare ulteriormente il processo di misura aggiungendo una procedura di selezione automatica della scala. In questo modo, quando la misura supera i valori limite prestabiliti, il programma commuta automaticamente alla scala successiva.

Un'altra possibilità di ampliamento delle capacità del programma potrebbe essere quella di fargli eseguire una autoregolazione della capacità parassita. Perché questo si verifichi bisogna fare in modo che, in un determinato momento, il programma misuri il valore della capacità dei cavi e lo assegni al valore della capacità parassita che deve essere sottratta al valore della misura eseguita.

Se durante un processo di misurazione viene attivato il pulsante di "Avvio", la finestra nella quale compare il valore di capacità viene disabilitata per permettere di reimpostare i parametri relativi alla capacità parassita o agli indirizzi